

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-147444  
 (43)Date of publication of application : 22.05.2002

(51)Int.Cl. F16C 17/10  
 F16C 35/02  
 // H02K 5/16  
 H02K 7/08  
 H02K 29/00

(21)Application number : 2000-  
 342281

(71)Applicant : NSK LTD

(22)Date of filing : 09.11.2000

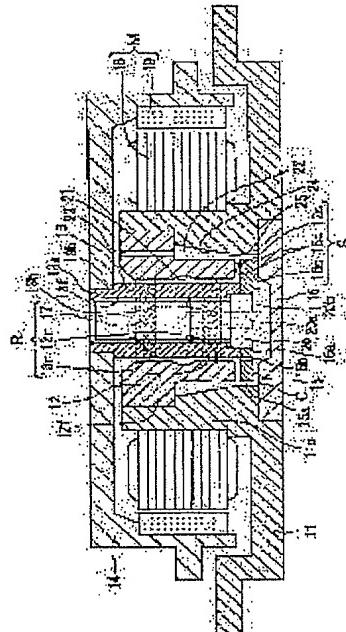
(72)Inventor : HIGUCHI YUKIO  
 TANAKA KATSUHIKO  
 SAKATANI IKUNORI

## (54) FLUID BEARING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fluid bearing device eliminating any possibility of the deformation of a flange part in fixing the flange part to a shaft even if thinning the flange part and any possibility of falling of the flange part from the shaft in applying a large impact thereto, and scarcely causing the unstable vibration caused by effects of bubbles.

**SOLUTION:** This fluid bearing device is provided with the shaft 13 having the flange part 15 in one end, sleeves 12 opposed to each other in the shaft 13 via a fluid bearing clearance of a radial fluid bearing R, and counter plates 16 opposed to each other in one plane of the flange part 15 via a fluid bearing clearance of a thrust fluid bearing S. The flange part 15 is fixed to the shaft 13 by a hollow screw 20 screwed with a through hole 13f or a hollow pin 20c fitted around it with the shaft 13 set to a hollow shaft having the through hole 13h.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision  
 of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-147444

(P2002-147444A)

(43)公開日 平成14年5月22日(2002.5.22)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
F 16 C 17/10  
35/02  
// H 02 K 5/16  
7/08  
29/00

識別記号

F I  
F 16 C 17/10  
35/02  
H 02 K 5/16  
7/08  
29/00

テマコト\*(参考)  
A 3 J 0 1 1  
C 3 J 0 1 7  
Z 5 H 0 1 9  
A 5 H 6 0 5  
Z 5 H 6 0 7

審査請求 未請求 請求項の数1 ○L (全10頁)

(21)出願番号 特願2000-342281(P2000-342281)

(71)出願人 000004204

日本精工株式会社  
東京都品川区大崎1丁目6番3号

(22)出願日 平成12年11月9日(2000.11.9)

(72)発明者 横口 幸雄  
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内

(72)発明者 田中 克彦  
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内

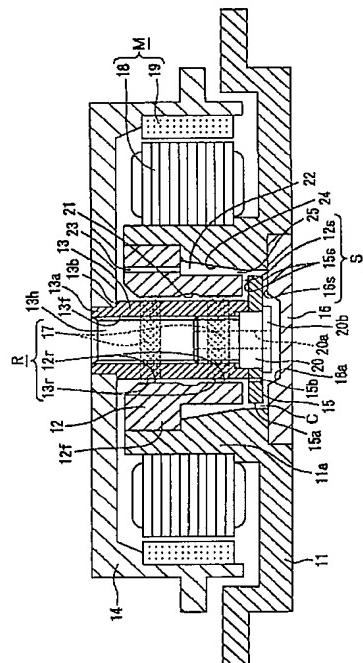
(74)代理人 100066980  
弁理士 森 哲也 (外2名)

(54)【発明の名称】 流体軸受装置

(57)【要約】

【課題】 フランジ部を薄くしても、フランジ部と軸とを固着するときにフランジ部が変形する懼れがなく、また、大きな衝撃が加わったときにフランジ部が軸から脱落する懼れもない、さらに、気泡の影響による不安定振動を発生させる懼れが少ない流体軸受装置を提供する。

【解決手段】 一端にフランジ部15を有する軸13と、該軸13にラジアル流体軸受Rの流体軸受すきまを介して対向するスリーブ12と、フランジ部15の一方の平面にスラスト流体軸受Sの流体軸受すきまを介して対向するカウンターブレート16と、を備えた流体軸受装置において、前記軸13を、貫通穴13hを有する中空軸とし、前記フランジ部15を、貫通穴13hに螺合する中空状の止めねじ20又は嵌合する中空状のピン20cで軸13に固着した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一端にフランジ部を有する軸と、前記フランジ部の少なくとも一方の平面にスラスト流体軸受の流体軸受すきまを介して対向する相手部材と、を備えた流体軸受装置において、前記軸は、該軸の両端面に開口する貫通穴を有する中空軸であって、前記フランジ部は、前記貫通穴に螺合する中空ねじ又は前記貫通穴に嵌合する中空ピンで前記軸に固定されていることを特徴とする流体軸受装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報機器、音響・映像機器、事務機等に使用される流体軸受装置に係り、特に、磁気ディスク装置（以降はHDDと記す）、光ディスク装置等に最適な流体軸受装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】開発途中のこの種の流体軸受装置としては、例えば、図3に示すようなHDD用スピンドルモータがある。このスピンドルモータのベース1に立設した円筒部1aの内側には、円筒体状のスリーブ2が内挿されていて、これらは一体的に固定されている。そして、このようなスリーブ2に軸3が回転自在に挿通されていて、軸3とスリーブ2との間には動圧流体軸受部が介在している。

【0003】軸3の上端には、逆カップ状のハブ4が一体的に取り付けられており、軸3の下端には、円板状のフランジ部5が圧入により固定されている。このフランジ部5の両平面は、スラスト流体軸受Sのスラスト受面5s, 5sとされている。そして、上面側のスラスト受面5sにはスリーブ2の下端面がスラスト流体軸受すきまを介して対向し、このスリーブ2の下端面がスラスト流体軸受Sのスラスト軸受面2sとされている。

【0004】また、フランジ部5の下方には、相手部材であるカウンターブレート6が配置され、ベース1に固定されている。このカウンターブレート6の上面がフランジ部5の下面側のスラスト受面5sにスラスト流体軸受すきまを介して対向して、スラスト流体軸受Sのスラスト軸受面6sとされている。上記スラスト受面5s, 5sとスラスト軸受面2s, 6sとの少なくとも一方に、ヘリングボーン状又はスパイラル状の動圧発生用溝（図示せず）を備えて、スラスト流体軸受Sが構成されている。

【0005】さらに、軸3の外周面には、上下に間隔を置いて一对のラジアル受面3r, 3rが形成されている。また、スリーブ2の内周面には、ラジアル受面3r, 3rにラジアル流体軸受すきまを介して対向してラジアル軸受面2r, 2rが形成されている。そして、ラジアル受面3r, 3rとラジアル軸受面2r, 2rとの少なくとも一方に、ヘリングボーン状又はスパイラル状の動圧発生用溝7, 7を備えて、ラジアル流体軸受R,

Rが構成されている。

【0006】そして、円筒部1aの外周面にはステータ8が固定され、ハブ4の内周面下側に固定されているロータ磁石9とギャップを介して周面对向して駆動モータMを形成しており、この駆動モータMにより軸3とハブ4とが一体的に回転駆動されるようになっている。軸3が回転すると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各動圧発生用溝のポンピング作用により、各流体軸受S, Rの流体軸受すきまに充填された微量の潤滑剤に動圧が発生して、軸3はスリーブ2及びカウンターブレート6と非接触となり支承される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ノート型パソコンのような携帯機器に搭載されるHDDにおいては、ますます薄型化及び軽量化が要求されているとともに、記録密度の向上が求められており、そのため流体軸受の採用が検討されている。しかしながら、上記のように圧入によってフランジ部5を軸3に固定した構成では、スピンドルモータの薄型化のためにフランジ部5をさらに薄くすると、圧入時の押圧加重によりフランジ部5の下面に形成されるスラスト受面5sが変形して、スラスト受面5sの平面度が低下する恐れがあった。

【0008】また、スラスト受面5sが変形することを避けるために、圧入時の押圧加重を小さくすると、フランジ部5の軸3に対する固着強度が弱くなり、大きな衝撃が加わったときにフランジ部5が軸3から脱落する恐れがあった。さらに、上記のような流体軸受装置においては、一般的にスリーブに軸部材を挿入後に潤滑剤を注入してからカウンターブレートを取り付けるため、組立時にカウンターブレートとフランジ部との間に気泡が閉じこめられて、軸受すきま及びその近傍に気泡が残留する恐れがあった。そして、気泡が残留していると使用時の気圧変化や温度変化によって該気泡が膨張し、その結果、回転中にスピンドルモータが不安定な振動を発生する恐れがあった。

【0009】そこで本発明は、上記のような開発途中の流体軸受装置が有する問題点を解決し、フランジ部を薄くしても、フランジ部と軸とを固定するときにフランジ部が変形する恐れがなく、また、大きな衝撃が加わったときにフランジ部が軸から脱落する恐れもない、さらに、気泡の影響による不安定振動を発生させる恐れが少ない流体軸受装置を提供することを課題とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1に係る発明である流体軸受装置においては、一端にフランジ部を有する軸と、前記フランジ部の少なくとも一方の平面にスラスト流体軸受の流体軸受すきまを介して対向する相手部材と、を備えた流体軸受装置において、前記軸は、該軸の両端面に開口する貫通穴を有する中空軸であって、前記フランジ部は、前記貫通

穴に螺合する中空ねじ又は前記貫通穴に嵌合する中空ビンで前記軸に固着されていることを特徴とする。

【0011】このように、フランジ部は軸の貫通穴に螺合する中空ねじ又は前記貫通穴に嵌合する中空ビンで前記軸に固着されたものであるため、フランジ部を薄くしても、フランジ部と軸とを固着するときにフランジ部が変形する恐れがなく、また、大きな衝撃が加わったときにフランジ部が軸から脱落する恐れもない。さらに、前記軸は該軸の両端面に開口する貫通穴を有する中空軸であるため、流体軸受装置を組み立てた後に該貫通穴から潤滑剤を該流体軸受装置の内部に注入することができる（例えば、前記貫通穴にディスペンサを挿入して潤滑剤を注入する方法等）、潤滑剤の注入が容易で且つその際に気泡を内部に巻き込む恐れを少なくできる。また、誤って気泡を内部に巻き込んでしまい、その気泡が気圧変化や使用温度変化に伴って膨張したとしても、膨張した気泡は前記貫通穴を介して外部に排出されるため、不安定振動を発生させる恐れが少ない。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】本発明に係る流体軸受装置の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

（第一実施形態）図1は、本発明に係る流体軸受装置の第一実施形態であるHDD用スピンドルモータの断面図である。

【0013】まず、スピンドルモータの構造を説明する。このスピンドルモータは、ハブ14が固着された軸13と、該軸13が挿通されたスリーブ12とから構成されていて、軸13とスリーブ12との間にラジアル流体軸受Rが介装されている。また、軸13の一端には、フランジ部15が備えられていて、フランジ部15の両平面と、これに対向するスリーブ12及びカウンターブレート16との間に、スラスト流体軸受Sが設けられている。なお、スリーブ12及びカウンターブレート16が本発明の構成要件たる相手部材に相当する。

【0014】スリーブ12が固着されているベース11の円筒部11aの外周面にはステータ18が固定されていて、ハブ14の内周面に固定されたロータ磁石19とギャップを介して周面対向して駆動モータMを形成している。そして、駆動モータMによりハブ14と軸13とを一体的に回転駆動させると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rにより、軸13がスリーブ12に対して回転自在に支承されるようになっている。

【0015】次に、上記のような本実施形態のスピンドルモータの構造を、さらに詳細に説明する。ベース11の中央部に立設されている円筒部11aの内側に、フランジ付円筒体状のスリーブ12が内挿されていて、前記フランジ12fにより一体的に固着されている。このことによりスリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面との間に、環状すきまである潤滑剤溜まり22が形成されている。この潤滑剤溜まり22の構造については、後

にさらに詳述する。

【0016】スリーブ12には貫通穴13が設けられた中空状の軸13が回転自在に挿通されていて、貫通穴13hの内周面には雌ねじ13fが形成されている。また、軸13の材質は、硬さが高くて耐食性に優れた材料であれば特に限定されるものではないが、例えばマルテンサイト系のステンレス鋼やオーステナイト系ステンレス鋼に、熱処理を施して表面を硬化させたものあるいは硬さの高い銅合金やアルミ合金でもよい。また、メッキやダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜による表面処理を行って表面を硬化させたものがあげられる。

【0017】この軸13の上端部13aは他部より小径となっていて、この小径な上端部13aを浅い逆カップ状のハブ14の中央部に設けられた穴に圧入することにより、軸13とハブ14とが一体に固着されている。そして、小径な上端部13aと大径な他部との境目に形成される前記大径な他部の上端面13bにハブ14の下面が当接されるから、軸13とハブ14とは十分な耐衝撃性を確保するに足る強度で固着される。

【0018】また、スリーブ12の下端より突出した軸13の下端には円板状のフランジ部15が固着されている。すなわち、このフランジ部15は、軸13の貫通穴13hの内周面に設けられた雌ねじ13fに螺合した貫通穴20aを有する止めねじ20により、軸13に取り付けられている。そして、フランジ部15をねじ止めにより取り付けると十分な締結強度が確保され、圧入により取り付ける場合とは異なり、フランジ部15に大きな加重が加えられることがないため変形がなく、また、軸13とフランジ部15とは十分な耐衝撃性を確保するに足る強度を有する。

【0019】なお、止めねじ20の頭部20bの形状としては、図示の平頭形に限定されることではなく、丸小ねじのような丸頭形や皿小ねじのような皿頭形など適宜変更してよい。そして、フランジ部15の下面是、ベース11の中央部に取り付けたカウンターブレート16の上面と対向していて、スピンドルモータの停止時には両対向面同士が当接している。また、フランジ部15の上面は、スリーブ12の下端面と対向している。

【0020】カウンターブレート16の中央部（軸13の真下の位置）には、止めねじ20の頭部20bを収納する凹部16aが設けてある。そうすれば、止めねじ20をフランジ部15に没入した形態で取り付ける必要がなく、フランジ部15の加工が容易となる。なお、フランジ部15を固定する止めねじ20を頭部20bが没入した形態で取り付ける場合は、凹部16aは設ける必要はない。

【0021】フランジ部15の上下の両平面はスラスト受面15s、15sとされる。そして、上面側のスラスト受面15sにスラスト流体軸受すきまを介して対向するスリーブ12の下端面と、下面側のスラスト受面15

sにスラスト流体軸受すきまを介して対向するカウンターブレート16の上面とが、それぞれスラスト軸受面12s及び16sとされて、相対するスラスト受面15s、15s及びスラスト軸受面12s、16sのうち少なくとも一方に、ヘリングボーン状、スパイラル状等の動圧発生用溝（図示せず）を備えてスラスト流体軸受Sを構成している。

【0022】なお、この動圧発生用溝をフランジ部15の両平面（スラスト受面15s、15s）に設ける加工方法は特に限定されるものではなく、塑性加工、切削加工、エッティング等があげられる。塑性加工であるコインシング加工は、プレス等を用いて金型をフランジ部15に押圧することにより前記動圧発生用溝を刻印する方法であるので、エッティング加工と比較すると量産性に優れていて低コストである。

【0023】一方、軸13の外周面には、軸方向に間隔をおいて上下に一対のラジアル受面13r、13rが形成されるとともに、このラジアル受面13r、13rにラジアル流体軸受すきまを介して対向するラジアル軸受面12r、12rがスリーブ12の内周面に形成されている。そして、ラジアル受面13r及びラジアル軸受面12rのうち少なくとも一方に、例えば、くの字状のヘリングボーン状の動圧発生用溝17を備えて、ラジアル流体軸受Rが構成されている。なお、この動圧発生用溝17を設ける加工方法は特に限定されるものではなく、前述と同様の慣用の方法が採用される。

【0024】ラジアル軸受面12r、すなわちスリーブ12の内周面に動圧発生用溝17を加工すると、量産性に優れたボール転造等の塑性加工あるいはバイトによる切削加工により動圧発生用溝17を加工できるので、好みしい。ボール転造は、軸の外周にはめ合わせた中空状の外筒に複数個の鋼球を保持させた転造治具を、スリーブに押し込むことによって加工する方法である。

【0025】すなわち、スリーブ12を旋盤上で切削加工した後、旋盤の主軸をゆっくり正逆回転させながら転造治具をスリーブ12に対して相対移動させることにより内周面にヘリングボーン状（くの字状）の溝加工を行い、その後に溝周辺の盛り上がり部分を除去する仕上げ切削やボール通しなどの仕上げ加工を必要に応じて行う。もちろん旋盤上でなく、転造装置を用いて転造治具を左右に正逆回転させながら固定されたスリーブ12に押し込み、ヘリングボーン状の溝を転造加工してもよい。

【0026】このラジアル流体軸受Rの動圧発生用溝17を、溝長さが外側よりも内側の方が僅かに短い内向き非対称溝パターンとすることは、以下の理由により好みしい。すなわち、軸13の回転に伴って外気側からその逆側へ向かって潤滑剤を押し込む圧力が働くので（ポンプイン）、軸13の回転に伴う遠心力によりラジアル流体軸受Rの流体軸受すきま内の潤滑剤が外部に飛散する

ことが防止される。

【0027】このことをさらに詳細に説明すると、動圧発生用溝17は、軸13の円周方向に沿って所定の間隔で並べられた複数の略くの字状の溝で構成されている。2カ所に設けられた動圧発生用溝17、17のうち、外気側に位置する動圧発生用溝17（図1においては上方の動圧発生用溝17）を、そのパターンが軸方向に非対称な形状とする。そして、他方の動圧発生用溝17（図1においては下方の動圧発生用溝17）のパターンを、軸方向に対称な形状とする。

【0028】すなわち、外気側に位置する動圧発生用溝17においては、略くの字状の溝の軸方向の幅のうち屈曲部から外気側の端部までの幅を、屈曲部から逆側の端部までの幅より大とする。なお、本実施形態においては、前記外気側とは、軸13において、スピンドルモータの外気に向いている側（図1においては上方）、すなわち、スラスト流体軸受Sが設けられている側とは反対側を意味するものである。

【0029】また、回転中にスラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの流体軸受すきま内の潤滑剤へ気泡が巻き込まれることを少なくするために、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rに設ける動圧発生用溝は、溝角度（回転方向に対してなす角度）を30°以下、好ましくは25°以下とし、溝の本数を10本以上、好ましくは12本以上とすることが望ましい。

【0030】特に、ラジアル流体軸受Rに設けるヘリングボーン状の動圧発生用溝17の軸受幅（動圧発生用溝17の軸方向の幅）が軸径よりも小さい場合には、溝角度を25°以下とし、溝の本数を12本以上、好ましくは16本以上とすることが望ましい。潤滑剤に気泡が巻き込まれると、回転中の不安定振動の原因となり回転精度が劣化しやすい。

【0031】また、スピンドルモータのトルクを小さくするために、上下2つのラジアル流体軸受R、Rに挟まれたスリーブ12の内周面（軸13の外周面でもよいし、あるいはスリーブ12の内周面と軸13の外周面との双方でもよい）に、ラジアル流体軸受Rの軸受すきまに向かってすきまが狭くなるテーパ状の周溝からなる逃げ溝21を設けている。

【0032】なお、駆動モータMを構成するロータ磁石19及びステータ18の軸方向位置を若干ずらし、軸方向の吸引力が作用するようにして、スリーブ12の下端面側で負荷を主に分担するようにし、さらに、フランジ部15の下面側のスラスト受面15sの有効面積を、上面側のスラスト受面15sの有効面積よりも小さく設計することにより（軸受有効径を小さく設計する）、反負荷側の軸受トルクを削減するようにしてよい。そうすれば、スピンドルモータの消費電力を少なくすることができる。

【0033】次に、前述の潤滑剤溜まり22の構造につ

いて説明する。スリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面との間には環状すきまが介在していて、該環状すきまが潤滑剤溜まり22を形成している。潤滑剤溜まり22の内面を形成する円筒部11aの内周面はテーパ面24とされていて、これにより潤滑剤溜まり22は下方のスラスト流体軸受Sに向かってすきまが徐々に狭くなっている。

【0034】もっとも、テーパ面24は必ずしも円筒部11aの内周面に形成するとは限らず、スリーブ12の外周面に形成してもよく、あるいはスリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面との双方に形成してもよい。なお、テーパ面24は、カウンタープレート16の位置するところまでテーパ状となっていてもよい。また、潤滑剤溜まり22の下端には、フランジ部15の外周面15aとそれに対向する部材である円筒部11aの内周面との間に形成される円環状のすきまに向かって開口している潤滑剤供給路25が設けられている。

【0035】そして、スラスト流体軸受Sの流体軸受すきまに近接して連通する潤滑剤供給路25の開口部は、スラスト流体軸受Sの流体軸受すきまとほぼ等しいか、又は僅かに大きくなっていて、表面張力に基づく毛管現象により潤滑剤が潤滑剤供給路25からスラスト流体軸受Sの流体軸受すきまに導入されやすいようになっている。

【0036】本実施形態においては、環状すきまからなる潤滑剤溜まり22の下部の全体が潤滑剤供給路25を形成している（すなわち、潤滑剤供給路25が環状すきま状である）が、潤滑剤溜まり22の下部のうち一ヵ所にスリット状の潤滑剤供給路25を設けてもよいし（つまり、その他の部分は、スリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面とが接触していて閉口している）、複数箇所にスリット状の潤滑剤供給路25を設けてもよい。

【0037】また、本実施形態においては、円筒部11aの内周面の全てをテーパ面24として、潤滑剤溜り22のテーパ面24の一部を潤滑剤供給路25とし、フランジ部15の外周面15aと円筒部11aの内周面との間に形成される円環状のすきまに、テーパ面24を直接連通させている。しかし、円筒部11aの内周面のうち上部をテーパ面24とし、下部はスリーブ12の外周面と平行な面として、この平行面により形成される環状のすきまが潤滑剤供給路25を構成するような構造としてもよい。

【0038】このような潤滑剤溜まり22の上部には、外気と連通する空気抜き穴23が開口している。空気抜き穴23は、潤滑剤溜まり22の最上部から垂直に延び、スリーブ12の上端面に開口している。もちろん、空気抜き穴23は、円筒部11aのスリーブ12とのめあい面に軸方向のスリットを形成するようにして設けてもよい。

【0039】さらに、スリーブ12の内周面の上端（外

気側）の角の部分は、面取りされている。これにより、軸13の外周面とスリーブ12の内周面との間に形成されるすきまのうち最も上端（外気側）の部分は、上方（外気側）に向かって徐々にすきまが広くなるテーパ状形状となっている。このとき、該テーパ状形状のなす角度、すなわち、この面取り部分の傾斜面と軸13の外周面とのなす角度を $\alpha$ とする。

【0040】そして、前記テーパ状形状のなす角度 $\alpha$ は、スリーブ12の外周面（すなわちテーパ面24）と円筒部11aの内周面とのなす角度（以降は、テーパ面24の傾斜角と記す）より大となっている。このような構成であれば、表面張力はすきまの狭い方に強く作用するから、前記面取り部分のテーパ状形状のすきまよりも潤滑剤溜まり22の方に潤滑剤が強く吸引されることとなり、前記面取り部分に位置する潤滑剤の液面を低くきて、前記面取り部分の下方に維持できる。

【0041】さらに、潤滑剤溜まり22の容積を、軸13の外周面とスリーブ12の内周面との間に形成されるすきまのうち最も上端の部分のテーパ状形状となっている部分（すなわち、前記面取り部分の傾斜面と、軸13の外周面のうち傾斜面に対向する部分と、で囲まれる部分）の容積よりも大きくすれば、余分な潤滑剤は潤滑剤溜まり22に保持されることとなる。

【0042】したがって、潤滑剤の注入量に過不足があっても、潤滑剤が外部に飛散したり、長期間の使用において各流体軸受すきま内の潤滑剤が枯渇したりするおそれが小さくなり、よって、スピンドルモータの長期信頼性が優れている。上記のような効果が十分に発現するためには、テーパ面24の傾斜角は $0^\circ$ 以上且つ $45^\circ$ 未満、前記テーパ状形状のなす角度 $\alpha$ は $45^\circ$ 以上とすることが好ましい。特に、テーパ面24の傾斜角を $10^\circ$ 以下とすると、前記効果がより十分に発現される。また、潤滑剤溜まり22に余分な潤滑剤を表面張力により吸引保持するためには、実用上、前記テーパ状形状のなす角度 $\alpha$ をテーパ面24の傾斜角よりも $15^\circ$ 以上大とすることが好ましい。

【0043】また、決められた装置高さのなかで2個のラジアル流体軸受R、R間の距離である軸受スパンを広くしようすると、軸13の外周面とスリーブ12の内周面との間に形成されるすきまのうちのテーパ状形状とされている部分の長さ、すなわち、前記面取り部分の傾斜面の軸方向の幅は、より小さくする必要がある。一方、潤滑剤溜まり22に余剰の潤滑剤をなるべく多く保持する必要があるので、テーパ状形状のなす角度 $\alpha$ を $45^\circ$ 以上、前記傾斜面の軸方向の幅を $1\text{mm}$ 以下、好ましくは $0.5\text{mm}$ 以下とすることが望ましい。さらに、長期信頼性を高めるためには、潤滑剤溜まり22に保持できる潤滑剤の量を十分確保する必要があるので、テーパ面24の軸方向の幅は、前記傾斜面の軸方向の幅の2倍以上とすることが好ましい。

【0044】また、前記面取り部分のテーパ状形状のすきまのうち最も広い部分のすきまの広さ（径方向の幅）は、潤滑剤溜まり22の最も広い部分のすきまの広さ（径方向の幅）より大となっていて、前記面取り部分に位置する潤滑剤の液面と、潤滑剤溜まり22に保持されている潤滑剤の液面とが、表面張力が釣り合う位置となっている。のことから、前記面取り部分に位置する潤滑剤の液面を前記面取り部分の下方に維持できて、回転に伴って前記面取り部分から外部に潤滑剤が飛散することが防止される。

【0045】なお、本実施形態においては、前記傾斜面をスリーブ12の内周面に設けているが（すなわち、前記面取り部分をスリーブ12の内周面に設けている）、軸13の外周面に設けてもよく、あるいはスリーブ12の内周面と軸13の外周面との双方に設けててもよい。前記傾斜面を軸13の外周面に設ける場合には、スリーブ12の内周面に対向する部分のうち最も外気側の部分に設ける。

【0046】また、スリーブ12の前記面取り部分の前記傾斜面と、軸13の外周面のうち前記傾斜面と対向する部分とに、撥油剤（潤滑剤をはじく性質を有するもの）を塗布する等の撥油処理を施すと、撥油処理を施した部分に潤滑剤がはじかれて、スピンドルモータの静止時及び回転時に潤滑剤が該部分（前記面取り部分等）を越えて外部に漏出することを、より効果的に防止することができる。

【0047】次に、当該スピンドルモータへの潤滑剤の注入方法について説明する。当該スピンドルモータへの潤滑剤の注入は、全体を組み立てた後に、中空状の軸13が有する貫通穴13hからディスペンサ等を使用して行われる。このように、軸13の貫通穴13hから潤滑剤を注入できるので、潤滑剤の注入操作が容易である。また、その貫通穴13hから注入された潤滑剤は、止めねじ20の貫通穴20aを経由し、表面張力をを利用して各流体軸受すきまに徐々に広がり満たされてゆくため、潤滑剤の注入の際に装置の内部（各流体軸受すきま内）に気泡が巻き込まれるおそれがある。さらに、軸受すきま及びその近傍に残留する気泡は、軸13の貫通穴13hから止めねじ20の貫通穴20aを介して外部に排出されるため、気圧変化や使用温度変化が生じても不安定振動を発生させる恐れがない。なお、貫通穴13hの内周面に形成されている雌ねじ13fに、ハブ14に搭載される磁気ディスクを固定するためのボルトが螺合されても、貫通穴13hは、ねじすきまを介して外部に連通している。また、気泡の脱気をより確実にするために、必要により、あらかじめ真空脱気した潤滑剤を用いたり、潤滑剤を注入後にスピンドルモータを真空槽に入れ脱気しながら潤滑剤を充填するようにしてもよい。

【0048】注入された潤滑剤は、表面張力によりスラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各流体軸受す

きまを満たすとともに、余分な潤滑剤は潤滑剤供給路25を経て潤滑剤溜まり22に溜まって、表面張力に基づく毛管現象によりテーパ面24に保持される。したがって、潤滑剤の注入量が過剰であっても、余分な潤滑剤が潤滑剤溜まり22に貯蔵されるので問題ない。また、運搬時や取り扱い時にスピンドルモータが倒置されたとしても、潤滑剤溜まり22内の潤滑剤が外部に流出することはない。なお、潤滑剤注入により軸13の貫通穴13hの内周面に滲みだした余分な潤滑剤が運搬時や回転中に外部に流出しないように、軸13の貫通穴13hの内部に多孔質部材からなる吸収部材を配設してもよい。

【0049】また、潤滑剤溜まり22のすきまの大きさが、テーパ面24により下方の潤滑剤供給路25に向かって狭くなっているため、外部衝撃で飛散した潤滑剤も、外部に流出しない限りは潤滑剤溜まり22のすきまの狭い潤滑剤供給路25の方に自然に集められる。そして、潤滑剤溜まり22の上部（すきまの広い方）に集まった気泡は、空気抜き穴23を通って外部に排出される。

【0050】駆動モータMにより、被回転体である図示しない磁気ディスクを外周部に搭載するハブ14と軸13とを一体的に回転駆動させると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各動圧発生用溝のポンピング作用により、各流体軸受S、Rの流体軸受すきまに充填されている潤滑剤に動圧が発生して、軸13はスリーブ12及びカウンタープレート16と非接触となり支承される。なお、前記磁気ディスクはクランプ部材でねじ止めされているので、十分な耐衝撃性を確保するに足る強度で固定されている。

【0051】運転が長期に及んで、流体軸受すきまに保持されている潤滑剤が次第に蒸発したり飛散したりして不足してくると、潤滑剤溜まり22内に表面張力に基づく毛管現象で保持されている潤滑剤が、その不足分に応じてテーパ面24に案内されつすきまの狭い方に吸引され、流体軸受すきま内に潤滑剤が満たされるまで補給される。すなわち、流体軸受すきま内の潤滑剤の減少に伴い、潤滑剤供給路25を経由してすきまの狭い流体軸受すきまに毛管現象で吸引され、潤滑剤溜まり22のテーパ面24の表面張力が釣り合う位置で安定する。こうして、潤滑剤の減少分だけ自動的に潤滑剤が補給される。

【0052】このように本実施形態のスピンドルモータは、潤滑剤溜まり22の環状すきまがテーパ状であるから、潤滑剤は表面張力によりすきまの狭い方に吸引され、一方、組み立て時に巻き込んだ残留気泡は、すきまの広い方に分離され排出される。したがって、各流体軸受すきまには気泡のない潤滑剤が自動的に確実に補給されて、常時潤滑剤で満たされた状態となり、長期にわたり使用しても信頼性が高く耐久性に優れている。

【0053】したがって、潤滑剤の注入量に過不足があ

ったとしても、潤滑剤が外部に飛散したり、長期間の使用において流体軸受すきま内の潤滑剤が枯渇したりするおそれがある。フランジ部15の軸13の近傍には、空間と貫通穴13hとを連通する流通穴15bが設けられている。スピンドルモータ回転中にスリープ12と軸13との間の空間に集まった気泡は、流通穴15bを通ってフランジ部15とカウンタプレート16との間の空間に移動し、軸13の貫通穴13hを介して外部に排出される。なお、真空脱気した潤滑剤を用いたり、潤滑剤を注入後にスピンドルモータを真空槽に入れたりして、潤滑剤に巻き込まれている気泡を予め少なくする場合は、流通穴15bを省略してもよい。

【0054】(第二実施形態)次に、第二実施形態のスピンドルモータについて、図2の断面図を参照しながら説明する。なお、第一実施形態のスピンドルモータと同様の部分の説明は省略し、異なる部分のみ説明する。また、図2においては、図1と同様又は相当する部分には図1と同一の符号を付してある。

【0055】このスピンドルモータは、軸13がベース11と一体となっていて、その固定軸13にラジアル流体軸受R及びスラスト流体軸受Sを介して支承されるスリープ12がハブ14と共に回転する方式、すなわち軸固定、スリープ回転タイプのスピンドルモータである。ベース11の中央に軸13が立設されていて、この軸13は圧入によりベース11に固着されている。なお、該軸13は、その両端面に開口する貫通穴13hを有する中空軸となっている。

【0056】軸13は円筒体状のスリープ12に回転自在に挿通されていて、このスリープ12は図示しない磁気ディスクを外周部に搭載する逆カップ状のハブ14の中心部に圧入により固着されている。また、スリープ12は、内スリープ12Aと外スリープ12Bとが一体に固着された二重構造となっていて、軸13は内スリープ12Aに挿通されている。すなわち、外スリープ12Bは天板12Baを有する円筒体状で、外スリープ12Bがハブ14に一体に固着されている。そして、内スリープ12Aはフランジ12Afを有する円筒体状で、フランジ12Afが外スリープ12Bの下部の内周面に固着されていて、これにより内スリープ12Aの外周面と外スリープ12Bの内周面との間に、潤滑剤溜まり22を構成する環状すきまが形成されている。この潤滑剤溜まり22の下端には、外気と連通する空気抜き穴23が設けられている。この空気抜き穴23は、潤滑剤溜まり22の下端から下方に垂直に延び、内スリープ12Aの下端面に開口している。もちろん、空気抜き穴23は、外スリープ12Bの内スリープ12Aとのめあい面に軸方向のスリットを形成するようにして設けてもよい。この潤滑剤溜まり22の構造については、後にさらに詳述する。

【0057】内スリープ12Aの上端から突出した軸1

3の上端には、円板状のフランジ部15が固定されている。このフランジ部15は、軸13の貫通穴13hに嵌合した状態で接着された貫通穴20dを有するピン20cにより、軸13に取り付けられている。そして、フランジ部15をピン20cにより取り付けると十分な締結強度が確保され、圧入により取り付ける場合とは異なり、フランジ部15に大きな加重が加えられることがないため変形がなく、また、軸13とフランジ部15とは十分な耐衝撃性を確保するに足る強度を有する。なお、ピン20cの代わりに止めねじを使用してもよい。止めねじを使用した場合は、止めねじを挿入した穴と止めねじのねじ山との間に形成されるすきまにも接着剤が充填されるので、接着面積が大きくなつて、ピン20cを使用する場合と比較して固着強度を著しく向上することができる。

【0058】また、ベース11には、軸13の径方向外方に環状の円筒部11aが設けてあり、この円筒部11aと軸13との間にスリープ12の下部が配置されている。フランジ部15の上面は、一方の相手部材でありカウンタプレートに相当する外スリープ12Bの天板12Baの下面と対向し、停止時には両対向面同士が当接している。また、フランジ部15の下面は、他方の相手部材である内スリープ12Aの上端面と対向している。

【0059】フランジ部15の上下の両平面はスラスト受面15s、15sとされる。そして、上面側のスラスト受面15sに対向する外スリープ12Bの天板12Baの下面及び下面側のスラスト受面15sに対向する内スリープ12Aの上端面が、それぞれスラスト軸受面12Bs及び12Asとされる。さらに、スラスト受面15s、15s及びスラスト軸受面12As、12Bsのうち少なくとも一方に、例えはヘリングボーン状の動圧発生用の溝(図示せず)を備えて、スラスト流体軸受Sを構成している。

【0060】一方、軸13の外周面には、軸方向に間隔をおいて上下に一対のラジアル受面13r、13rが形成されるとともに、このラジアル受面13r、13rに対向するラジアル軸受面12r、12rが内スリープ12Aの内周面に形成されており、ラジアル軸受面12r、12rに例えば、くの字状のヘリングボーン状の動圧発生用の溝17、17を備えて、ラジアル流体軸受R、Rが構成されている。なお、動圧発生用の溝17は、ラジアル受面13rに設けてもよいし、ラジアル軸受面12rとラジアル受面13rとの両方に設けてもいい。

【0061】また、スピンドルモータのトルクを小さくするために、上下2つのラジアル流体軸受R、Rに挟まれた内スリープ12Aの内周面(又は軸13の外周面あるいは内スリープ12Aの内周面と軸13の外周面との双方でもよい)に、ラジアル流体軸受Rの軸受すきまに向かってすきまが狭くなるテーパ状の周溝からなる逃げ

溝21を設けている。

【0062】また、潤滑剤溜まり22の内面を形成する外スリーブ12Bの内周面はテーパ面24とされていて、これにより潤滑剤溜まり22は上方のスラスト流体軸受S(フランジ部15の外周面15aとそれに対向する外スリーブ12Bの内周面との間のすきま)に向かってその幅(すきま)が徐々に狭くなっている。もっとも、テーパ面24は必ずしも外スリーブ12Bの内周面に形成するとは限らず、内スリーブ12Aの外周面に形成してもよく、あるいは内スリーブ12Aの外周面と外スリーブ12Bの内周面との双方に形成してもよい。

【0063】なお、スリーブ回転タイプの場合は、テーパ面24を内スリーブ12Aの外周面に形成すると、潤滑剤溜まり22に保持される潤滑剤が、すきまの狭い後述の潤滑剤供給路25に向けて遠心力により押し込まれるので、高速回転に適する。そして、潤滑剤溜まり22の上部のスラスト流体軸受Sに近接して連通する部分は、スラスト流体軸受Sの軸受すきまとほぼ等しいか、又は僅かに大きいすきまを有する潤滑剤供給路25とされ、表面張力に基づく毛管現象により潤滑剤が前記軸受すきまに導入されやすいようになっている。

【0064】当該スピンドルモータへの潤滑剤の注入は、全体を組み立てた後に、軸13の貫通穴13hからディスペンサなどを使用して行われる。このように貫通穴13hから潤滑剤を注入できるので、潤滑剤の注入操作が容易で、また、その際に内部に気泡が巻き込まれる恐れが少ない。さらに、軸受すきま及びその近傍に残留する気泡は、軸13の貫通穴13hからビン20cの貫通穴20dを介して外部に排出されるため、気圧変化や使用温度変化が生じても不安定振動を発生させる恐れがない。また、注入された潤滑剤は、ビン20cの貫通穴20dを経由して、表面張力によりスラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各軸受すきまを満たすとともに、余分な潤滑剤は潤滑剤溜まり22に溜まって、表面張力に基づく毛管現象によりそのテーパ面24に保持される。したがって、運搬時や取り扱い時にスピンドルモータが倒置されたとしても、潤滑剤溜まり22内の潤滑剤が外部に流出することはない。

【0065】また、潤滑剤溜まり22のすきまの大きさが、テーパ面24により上方の潤滑剤供給路25に向かって狭くなっているため、外部衝撃で飛散した潤滑剤も、外部に流出しない限りは潤滑剤溜まり22のすきまの狭い潤滑剤供給路25の方に自然に集められる。そして、前述のように潤滑剤溜まり22の下端には外気と連通する空気抜き穴23が設けてあるので、潤滑剤溜まり22の下端(すきまの広い方)に集まつた気泡は、空気抜き穴23を通って外部に排出される。

【0066】ベース11の円筒部11aの外周にはステータ18が固定され、ハブ14の内周面に固定されたロータ磁石19とギャップを介して周面対向して駆動モー

タMを形成している。この駆動モータMによりハブ14とスリーブ12とを一体的に回転駆動させると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各動圧発生用の溝のポンピング作用により、各流体軸受S、Rの軸受すきまに充填されている潤滑剤に動圧が発生して、スリーブ12は軸13及びフランジ部15と非接触となり支承される。回転に伴い遠心力が作用すると、潤滑剤溜まり22内の潤滑剤がテーパ面24を伝わって上昇し、すきまの狭い潤滑剤供給通路25に到達して保持される。そして、潤滑剤供給通路25から軸受すきまに毛管現象により確実に潤滑剤が補給される。また、軸受すきまに残留する気泡があつても、潤滑剤溜まり22に開口する空気抜き穴23を経由して、すみやかに外気に放出される。なお、第一の実施形態の場合と同様に、潤滑剤注入により軸13の貫通穴13hの内周面に滲みだした余分な潤滑剤が運搬時や回転中に外部に流出しないように、軸13の貫通穴13hの内部に多孔質部材からなる吸収部材を配設してもよい。

【0067】運転が長期に及んで、軸受すきまに保持されている潤滑剤が次第に蒸発したり飛散したりして不足してくると、潤滑剤溜まり22内に表面張力に基づく毛管現象で保持されている潤滑剤が、その不足分に応じてテーパ面24に案内されつすきまの狭い方に吸引され、軸受すきま内に潤滑剤が満たされるまで補給される。すなわち、軸受すきま内の潤滑剤の減少に伴い、潤滑剤供給路25を経由してすきまの狭い軸受すきまに毛管現象で吸引され、潤滑剤溜まり22のテーパ面24の表面張力が釣り合う位置で安定する。こうして、潤滑剤の減少分だけ自動的に潤滑剤が補給される。

【0068】なお、第一及び第二実施形態は本発明の一例を示したものであつて、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。例えば、軸13に設けるフランジ部15は、軸端に限らず軸端近傍であつてもよい。また、スラスト流体軸受Sは、必ずしもフランジ部15の両面に設ける必要はない。すなわち、上面のスリーブ12側のみにスラスト流体軸受Sを設けて、駆動モータMを構成するロータ磁石19及びステータ18の軸方向位置を若干ずらし、軸方向の吸引力が作用するようにして、駆動モータMで発生する磁気吸引力で上方に吸引するようにしてよい。

【0069】さらに、ラジアル流体軸受Rも、必ずしも複数箇所に設ける必要はなく、1箇所にまとめて設けてよい。また、流体軸受の構造、空気抜き穴23、潤滑剤溜まり22、潤滑剤供給路25の構造、動圧発生用溝のパターン、スピンドルモータの細部の構造等に関しては、本実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できるならば、必要に応じて適宜変更することが可能である。

【0070】例えば、潤滑剤溜まり22を構成するテーパ面24は、潤滑剤溜まり22が流体軸受すきまに向か

15

って徐々にすきまが狭くなる形状となるならば、種々の曲面であってもよい。また、動圧発生用溝はヘリングボーン状やスパイラル状に限らず、動圧流体軸受として機能すれば、どのような溝パターンでもよい。また、該溝の加工方法は、材質や必要精度に応じて、エッチング、電解エッチング、塑性加工、切削加工、レーザ加工、イオンビーム加工、ショットブロスト等を適用することができる。

【0071】さらにまた、軸13、スリーブ12等のスピンドルモータを構成する部材の材質は、特に限定されるものではなく、スピンドルモータを構成する部材に通常使用される金属（ステンレス鋼、銅合金、アルミ合金等）、焼結金属、焼結含油金属、プラスチック、セラミック等の材料であれば問題なく使用できる。すなわち、ステンレス鋼同士や銅合金同士の組み合わせでもよく、鉄と銅合金、鉄とアルミ合金といった異種金属の組み合せでもよく、さらに、金属とプラスチック等の組み合せでもよい。もちろん、メッキやDLC膜（ダイヤモンドライクカーボンコーティング）のような表面処理を必要に応じて流体軸受面に施して、起動停止時の摺動性を向上させてもよい。

【0072】なお、軸13及びスリーブ12を硬さの異なる銅合金同士、例えば軸13に硬さの高いベリリウム銅やアルミ青銅を、スリーブ12に鉛青銅やリン青銅を用いた組み合わせとすると、摺動性と切削加工性とを満足させることができる。この場合、硬さの低い鉛青銅やリン青銅の流体軸受面に動圧発生用溝を設けた方が、相手部材を傷つけにくいので好ましい。

【0073】さらに、ベース11の材質は、特に限定されるものではなく、アルミダイカスト、アルミ鍛造品、マグネシウム合金のような金属の他、通常加締めを行うことが困難なプラスチックを使用することも可能である。さらに、本実施形態においては、流体軸受装置としてスピンドルモータを例示して説明したが、本発明は他の種々の流体軸受装置に対して適用することができる。

【0074】

16

\* 【発明の効果】以上のように、本発明の流体軸受装置においては、フランジ部は軸の貫通穴に螺合する中空ねじ又は前記貫通穴に嵌合する中空ピンで前記軸に固定されたものであるため、フランジ部を薄くしても、フランジ部と軸とを固定するときにフランジ部が変形する懼れがなく、また、大きな衝撃が加わったときにフランジ部が軸から脱落する懼れもない。

【0075】さらに、前記軸は該軸の両端面に開口する貫通穴を有する中空軸であるため、流体軸受装置を組み立てた後に該貫通穴から潤滑剤を該流体軸受装置の内部に注入することができるので（例えば、前記貫通穴にディスペンサを挿入して潤滑剤を注入する方法等）、潤滑剤の注入が容易で且つその際に気泡を内部に巻き込む懼れを少なくできる。また、誤って気泡を内部に巻き込んでしまい、その気泡が気圧変化や使用温度変化に伴って膨張したとしても、膨張した気泡は前記貫通穴を介して外部に排出されるため、不安定振動を発生させる懼れがない。

## 【図面の簡単な説明】

20 【図1】本発明に係る流体軸受装置の第一実施形態であるスピンドルモータの断面図である。

【図2】本発明に係る流体軸受装置の第二実施形態であるスピンドルモータの断面図である。

【図3】従来のスピンドルモータの断面図である。

## 【符号の説明】

12 スリーブ

13 軸

13h 貫通穴

15 フランジ部

30 16 カウンタープレート

20 止めねじ

20a 貫通穴

20c ピン

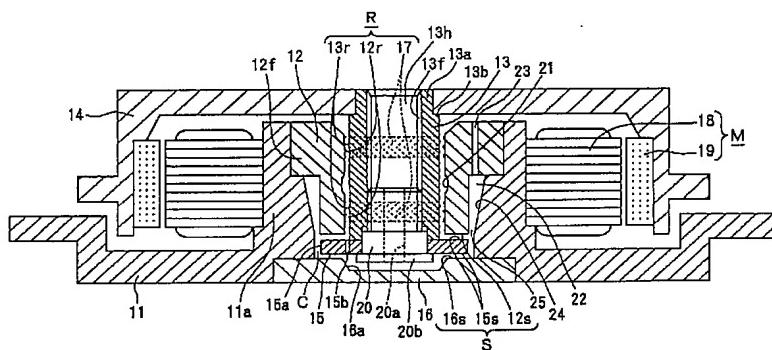
20d 貫通穴

R ラジアル流体軸受

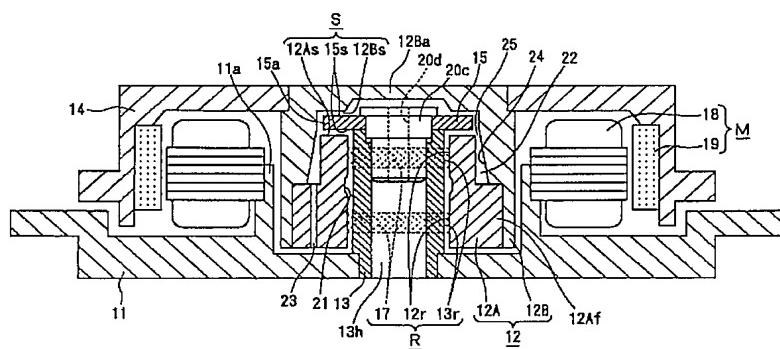
S スラスト流体軸受

\*

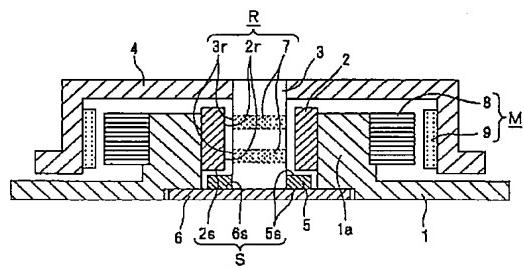
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 坂谷 郁紀  
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内

F ターム(参考) 3J011 AA04 AA20 BA02 BA06 CA02  
JA02 KA04 MA21  
3J017 AA02 BA01 DA01 DB01  
5H019 AA06 CC04 DD01 FF03  
5H605 BB05 BB10 BB19 CC04 EB02  
EB06  
5H607 AA04 AA12 BB01 BB07 BB09  
BB14 BB17 BB25 CC01 DD04  
DD16 GG01 GG02 GG09 GG15